

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 61240227
PUBLICATION DATE : 25-10-86

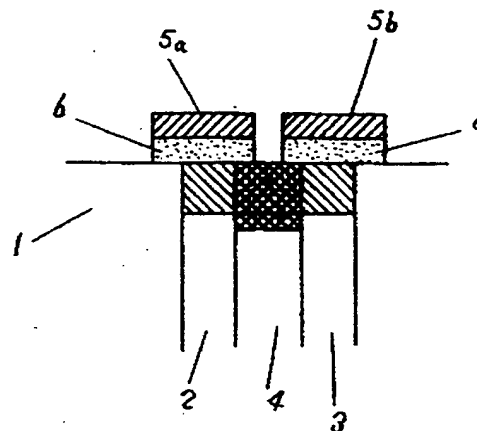
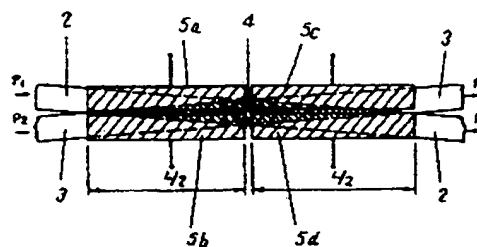
APPLICATION DATE : 18-04-85
APPLICATION NUMBER : 60082849

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : YAMAZAKI OSAMU;

INT.CL. : G02F 1/31 G02B 6/12

TITLE : OPTICAL SWITCH DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To improve a low crosstalk, a low switch voltage, and a high speed responsiveness by placing symmetrical two-split parallel electrodes on a cross part so as to be positioned in the center of the cross part, through a buffer layer, and impressing voltages whose voltage amplitudes are equal to each other and whose phases are different by 180°, between the respective parallel electrodes.

CONSTITUTION: As for a cross part 4 of two pieces of cross optical waveguides 2, 3 which is provided on a substrate 1, its effective refractive index becomes higher than the optical waveguides 2, 3. In this case, when a beam P_1 is made incident on the optical waveguide 2, it nearly becomes P_4 , travels straight and goes out, but it partially becomes P_3 , and a crosstalk is generated. Two pairs of symmetrical parallel electrodes which is provided on the cross waveguide 4 are formed on about a bisector on the cross waveguide. The crosstalk generated by a slight shift of the electrode, a manufacturing condition shift, etc. of the optical waveguide is eliminated entirely by using the split electrode, and driving the voltages whose amplitudes are equal and whose phases are different by 180°. In this way, a TIR type is made small in size and low in its voltage, the high speed responsiveness is utilized, and also the crosstalk can be decreased by applying an electrical bias.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(J.P.)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-240227

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)10月25日

G 02 F 1/31
G 02 B 6/12

A-7348-2H
8507-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光スイッチ装置

⑯ 特 願 昭60-82849

⑰ 出 願 昭60(1985)4月18日

⑱ 発 明 者	東 野 秀 隆	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	牧 野 俊 彦	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑳ 発 明 者	山 崎 攻	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
㉑ 出 願 人	松下電器産業株式会社	門真市大字門真1006番地	
㉒ 代 理 人	弁理士 中尾 敏男	外1名	

明 細 書

1、発明の名称

光スイッチ装置

2、特許請求の範囲

- (1) 一次電気光学係数を有する電気光学材料よりなる2本の交差する光導路の交差部分が、前記光導路の他の部分よりも屈折率の大きく、かつ、前記光導路の交差部分の上に、透明なバッファ層を介して、長さの等しい2組の対称な平行電極対を有する光スイッチ装置において、前記2組の対称な平行電極対に、互いに大きさが等しく、位相の180°反転した電圧を印加することにより光を切換えることを特徴とする光スイッチ装置。
- (2) 光導路が、 LiNbO_3 単結晶にTi拡散または、Li外拡散、または H^+ イオン交換により屈折率を上げて形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項の光スイッチ装置。
- (3) 光導路が、透明な基板上に形成された、鉛、ジルコニウム、ランタン、チタンよりなる複合酸化物PLZT ($x/y/z$) 薄膜

$$\left(\text{Pb} \frac{x}{100} \text{La} \frac{y}{100} \left(\text{Zr} \frac{y}{100} \text{Ti} \frac{z}{100} \right) \frac{z}{400} \right) \text{O}_3,$$

($0 \leq x, y, z \leq 100, y+z=100$) からなり、前記光導路部分の膜厚が大きい交差する2本のリッジ構造を有するものあるいは、前記光導路部分が、前記PLZT薄膜の上にバッファ層より屈折率の大きな交差する2本の透明薄膜により前記光導路の実効屈折率を上げたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光スイッチ装置。

(4) 透明なバッファ層が、透明誘電体薄膜あるいは、透明導電性薄膜よりなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光スイッチ装置。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光を変調、交換することを利用する光通信および、光情報処理、光応用計測の分野の光スイッチ装置に関するものである。

従来の技術

光路切換えまたは変調を行う光スイッチにおい

て、低クロストーク、低スイッチ電圧、高速応答が要求されている。従来、高速応答の観点からは、スイッチ素子の小型化が計れ電極容量が小さくなる点から交差型の導波路光スイッチ、内部全反射(TIR)型光スイッチと呼ばれるものが盛んに研究されてきた。このタイプのスイッチは、高速応答性にすぐれるが、クロストークが若干悪いために、それをおぎなうべく改良がなされた。第5図に示すのがそれである。この従来例ではPLZT薄膜光導波路2, 3の交差部分4の屈折率を上げて、クロストークを改善している。

しかしこの従来技術においては、電極11a, 11bのギャップの位置精度が厳しく、交差部分4の2等分線よりずれると、光導波路の非対称性のためクロストークが劣化するという問題点があった。また、一方において、第6図に示す様な、4θ反転型の方向性結合器型の光スイッチでは、低スイッチ電圧、低クロストークが得られやすいが、電極長が長くなり、スイッチ電圧と最高応答時間とはほぼ比例関係にあり、高速応答性にお

て劣るといふ欠点を有していた。

発明が解決しようとする問題点

低クロストーク、低スイッチ電圧、高速応答性にすぐれた光スイッチ装置を実現するために、TIR型光スイッチでは製作時の電極の位置ずれや交差導波路製作条件のずれによるクロストークの劣化が問題となっていた。また、方向性結合器型では、4θ反転法により、製作精度の許容度は向上したが、電極長が長くなり、高速応答性に劣るという問題点があった。

問題点を解決するための手段

従来の技術において、問題であった、低クロストーク実現のための製作精度の厳しさと、高速応答性に関して、筆者らは、一次電気光学効果を有する光学材料よりなる交差型導波路光スイッチにおいて、交差部分の実効的な屈折率を上げた構造において、バッファ層を介し、その交差部上に対称な2分割平行電極を交差部中央にくるように配置し、この2分割平行電極に、互いに等しい電圧振幅で、位相が180°異なる電圧をそれぞれの

平行電極間に印加することにより光路の切換えを行う光スイッチを提供する。また、光導波路形状としては、LiNbO₃単結晶にTi拡散または、Liの外拡散、またはH⁺イオン交換により屈折率を上げて形成したものを用い、あるいは、透明な基板上に形成したPLZR(x/y/z)

$$\left(\text{Pb} \frac{x}{1-\frac{x}{100}} \text{La} \frac{x}{100} \left(\text{Zr} \frac{y}{100} \text{Ti} \frac{z}{100} \right) \frac{x}{400} \text{O}_3 \right) (0 \leq$$

$x, y, z \leq 100, y+z=100$) 薄膜を導波路材料に用い、PLZT薄膜の膜厚を変えたり、バッファ層より屈折率の大きな透明薄膜をPLZT薄膜の上に被覆することにより、実効的な屈折率を上げたものを用いる。また、バッファ層には透明な誘電体薄膜あるいは、ITOなどの透明導電性薄膜などを用いる。

作用

本発明の手段において、交差光導波路の交差部分の屈折率を高くすることにより、低クロストーク化を計り、わずかな交差角によりスイッチ電圧化が可能となり、短い電極長により高速応答性が

可能となるが、製作時の電極位置ずれや光導波路製作時の条件ずれによる非対称性によるクロストーク劣化を、対称2分割平行電極を設け、これに、位相の180°異なる等振幅の電圧を印加することにより、あたかも4θ反転型方向性結合器であるかのごとく、クロストークが、電圧により微調整可能となり、低クロストーク化が可能となる。

実施例

第1図は本発明の一実施例を示す上面図である。同図において、基板1上に設けられた交差する2本の光導波路2, 3の交差部4は、光導波路2, 3よりも実効的な屈折率が高くなっている。このときに光導波路2にP₁の光が入射すると、ほとんどはP₄となって直進して出ていくが、一部はP₃となりクロストークが発生する。交差導波路4上に設けられた2組の対称平行電極対、この例では、等電極ギャップで、等しい長さL/2を有する平行電極対、5a-5b, 6c-5dが、バッファ層8を介して、交差導波路上のほぼ二等分線に形成されている。電極対5a-5bと6c-

5 d 間に、同じ電圧を印加すると、従来例とほぼ同一の動作を示す。従来においては、このTIR型光スイッチのスイッチ動作は次の様に考えられていた。電極に印加した電圧により、電気光学材料内部に内部電界が誘起させ、この内部電界により $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度だけ屈折率の低い部分を発生させ、導波光が、この低屈折率部により全反射し切換わると考えられていた。

発明者等は、交差光導波路の研究を通じTIR型光スイッチの動作原理が従来とは少し趣を異にするという見解を持つに至った。というのは、交差角 1° 程度にした場合、導波路の屈折率増加量 Δn (光の閉じこめに寄与する屈折率増加分)が 10^{-5} 程度においては、印加電圧の低い時には、方向性結合器型の動作を示し、直進光と反射光出力が、電圧を上げていくと緩周期的な反転をくりかえす動作を示すため、TIR光スイッチといえども、交差部において、場所ごとに伝搬定数 β と結合係数 K の異なる偶・奇モードの結合と考え、電圧印加により、結合係数 K が変化して、出力の変化とな

ある。バッファ層6には、ドリフトを押えるためITOを用いた。電極5a, 5b等はAl₂O₃を用いて蒸着形成した。これらの構造のスイッチで本発明の分割電極構造を用いたところ、従来のクロストーク10~25dBが、電圧数V印加することにより、30dB以下に減少することを確認した。

第3, 4図では、光導波路にPLZT薄膜7を用いた実施例の一つを示す。第3図においては、サファイヤ基板1(C面)上にPLZT(28/0/100)組成のターゲットによりマグネトロンスパッタ法によりエピタキシャル成長させた約3500Åの薄膜を約500Åエッチングし、交差部4を除く光導波路2, 3は1000Åエッチングしてリッジ型導波路を形成した。この上にバッファ層にTa₂O₅のアモルファス膜を約1500Å積層し、その上に4μmギャップの1mm長さの分割電極を形成した。交差角 1° 、幅10μmの導波路とした。PLZT薄膜は成長条件により1次のものも2次の電気光学効果をもつものもできるが、本実施例では1次の電気光学効果を示すものを用

って出てくると考えた方が都合が良いことに気づいた。理論的にも、この考えを裏付ける結果が出ており、この考えの正当なことを示しているという知見を得た。筆者等は、この知見から、方向性結合器における $\Delta\beta$ 反転法を詳細に検討した結果、TIR型導波路光スイッチにおいて、応用可能なことを見出し、分割電極を用い、等振幅、180°位相の異なる電圧駆動することにより多少の電極の位置ずれ、光導波路の製作条件ずれ等によるクロストークを完全になくする状態が実現できることをつきとめた。本発明により、TIR型の小型、低電圧化、高速応答性を生かし、更に、クロストークを電気的なバイアス印加により減少させることが可能となり、高性能な光スイッチを提供できることになった。

具体的なスイッチ構造について述べる。第2図は、光導波路をLiNbO₃単結晶基板1に形成したものを示す。Tiの熱拡散や、Liの外拡散や、H⁺イオン交換法により、交差導波路2, 3, 4を形成し、交差部の導波路は、 Δn を大きくして

いた。

スイッチ電圧は約5Vが得られ、数Vのオフセット電圧印加で、クロストークが、10dBから20dB以下まで減少した。

第4図では、第3図と同様なPLZT薄膜7を用い、PLZT薄膜にエッチング加工を行わずに、その上に透明薄膜としてTa₂O₅アモルファス膜を、導波路2, 3には約100Å、交差部上には200Å形成し、バッファ層6には、Al₂O₃を添加したTa₂O₅膜を用いて、約1500Å形成し、分割電極5a, 5b等を設けた。寸法は第3図と同一であった。この時、スイッチ電圧、クロストークとも、第3図と同様な好結果を得たが、第4図の場合には損失が第3図の場合より若干減少した。

以上の様に、本発明により、低スイッチ電圧、低クロストーク、高速応答性に優れた光スイッチ装置が提供されることになった。

なお、本発明の実施例では、バッファ層に、ITO, Ta₂O₅, Al₂O₃添加Ta₂O₅を用い

たが、これに限定するものではない。

発明の効果

本発明により、低スイッチ電圧、低クロストーク、高速応答性に優れた光スイッチ装置がバイアス電圧印加により容易に得られる様になった。特に、クロストークにおいては、数Vのバイアス印加により、約5-10dBの減少が計られ本発明の有用性が示された。

4、図面の簡単な説明

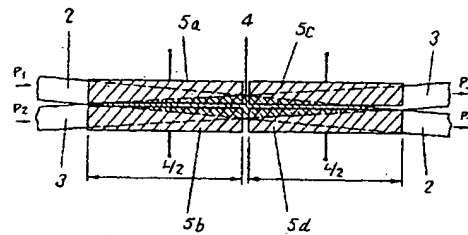
第1図は本発明の一実施例を示す上面図、第2図は本発明の一実施例を示すLiNbO₃単結晶を用いた光スイッチ装置の断面図、第3図、第4図は本発明の一実施例を示すPLZT薄膜を用いた光スイッチ装置を示す断面図、第5図、第6図は従来例を示す上面図である。

1……基板、2、3、12、13……光導波路、4……光導波路交差部高屈折率領域、5a、5b、5c、5d、11a、11b……電極、6……バッファ層、7……PLZT薄膜、8……透明薄帯。

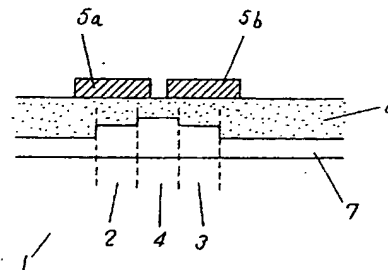
代理人の氏名 弁護士 中 尾 敏 男 ほか1名

第 1 図

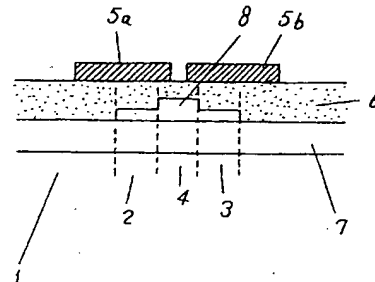
1…基板
2,3…光導波路
4…光導波路交差部高屈折率領域
5a,5b,5c,5d…電極



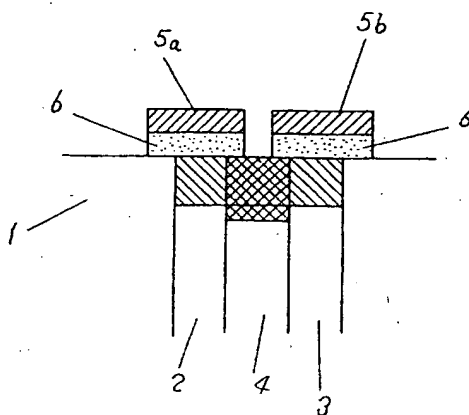
第 3 図



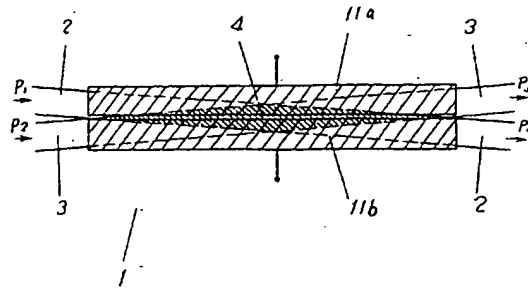
第 4 図



第 2 図



第 5 図



第 6 図

